Commission
océanographique
intergouvernementale

Manuels et guides

37

GUIDE POUR LES ÉTUDES DE TERRAIN CONSÉCUTIVES AUX TSUNAMIS (Première édition)

1998 UNESCO

TABLE DES MATIERES

Page

INTRODUCTION 1

AVERTISSEMENT 1

OBJET 2

STRUCTURE DU PRESENT GUIDE 2

METHODES 3

REMERCIEMENTS 3

SECTION I : AVANT LA REALISATION DE L'ETUDE DE TERRAIN 4

SECTION II : PENDANT L'ETUDE DE TERRAIN 9

SECTION III : ACTIVITES POSTERIEURES A L'ETUDE DE TERRAIN 22

REFERENCES 24

ANNEXE A : PROTOTYPE DE QUESTIONNAIRES D'INTERROGATION DES TEMOINS OCULAIRES

ANNEXE B : FORMULAIRES POUR LES ETUDES DE TERRAIN

INFORMATION CONCERNANT LA SOURCE TECTONIQUE

INCIDENCES DE LA DEFORMATION SISMIQUE

PARAMETRES CONCERNANT LE SEISME

GLISSEMENTS DE TERRAIN SUR TERRE ET/OU EFFONDREMENTS SOUS-MARINS

TYPES DE PHENOMENES AYANT DECLENCHE LE TSUNAMI

MAREES ET NIVEAU DE REFERENCE

CONFIGURATION DU SITE ET ARRIVEE DU TSUNAMI

COUPE TRANSVERSALE DU RUNUP DE LA ZONE INONDEE

SEDIMENT ET DEBRIS TRANSPORTES PAR LE TSUNAMI

ENREGISTREMENTS AUDIOVISUELS

DEGATS ET VICTIMES IMPUTABLES AU TSUNAMI

REACTION DU PUBLIC ET DES AUTORITES

AUTRES EFFETS DU TSUNAMI ET OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES

RECHERCHES COMPLEMENTAIRES RECOMMANDEES

INTRODUCTION

Le présent Guide est destiné à aider les Etats membres de la Commission océanographique intergouvernementale (COI), les scientifiques, les pouvoirs publics et les responsables communautaires à organiser et réaliser des études de terrain consécutives aux tsunamis.

Bien que des efforts en ce sens aient déjà été faits il y a 16 ans (Curtis, 1982 ; Loomis, 1981 ; Pararas-Carayannis, 1982 ; et Wigen et Ward, 1981), le coup d'envoi à l'élaboration du présent Guide n'a été donné qu'en 1993, à Tokyo, Japon, lors de la quatorzième session du Groupe international de coordination du système d'alerte aux tsunamis dans le Pacifique de la COI. Il a été décidé à l'époque de constituer un Groupe de travail ad hoc chargé de définir des normes pour la mesure de la zone balayée par les tsunamis (runup*) et des dégâts qu'ils causent. Le document IOC/ITSU-XV/13 Standards for Tsunami Survey (Normes applicables à l'étude des tsunamis) a été élaboré et présenté en guise de document préliminaire à la quinzième session de l'ITSU, qui s'est tenue à Papeete, Polynésie française, en 1995 ; il a alors été convenu et recommandé d'élaborer un Guide pour les études de terrain consécutives aux tsunamis. Celui-ci a été établi par un nouveau Groupe de travail ad hoc dirigé par M. Salvador Farreras, ex-directeur associé du CIIT. Ce document préliminaire (IOC/ITSU-XV/13), d'anciens guides pour les études de terrain consécutives à des séismes et à des tsunamis et des rapports d'études récemment réalisées sur le terrain à la suite de tsunamis (voir références) ont servi à préparer le Guide. Les observations de plusieurs spécialistes des tsunamis et les recommandations de l'Atelier international sur la mesure des tsunamis organisé en 1995 à Estes Park, Colorado, Etats-Unis d'Amérique, y ont été intégrées. Le projet de Guide a été présenté à la seizième session de l'ITSU, qui s'est tenue à Lima, Pérou, en 1997, et sa version finale, révisée par les correspondants nationaux des Etats membres de l'ITSU et assortie de leurs observations, a été adoptée pour publication dans la série des Manuels et guides de la COI.

AVERTISSEMENT

Lire le présent Guide longtemps à l'avance, lors de la préparation de l'étude et avant de se rendre sur le terrain, et veiller à en distribuer un nombre suffisant d'exemplaires aux membres de l'équipe chargée de l'étude.

---

* Le terme runup, généralement traduit par zone balayée, est désormais utilisé en français par la communauté scientifique internationale.

OBJET

A. DE L'ENQUETE

Observer les effets des tsunamis et recueillir dès que possible les données disponibles, qui sont appelées à disparaître afin de mieux connaître la nature et l'impact du phénomène, et de pouvoir faire des recommandations quant à l'éventuelle poursuite des recherches, de la planification et de la préparation.

B. DU PRESENT GUIDE POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Définir les principes directeurs qui régiront les études de terrain consécutives aux tsunamis, ainsi que les normes applicables aux observations, mesures et évaluations, afin de pouvoir collecter les données selon des modalités appropriées et cohérentes et en temps voulu et de pouvoir décider quelle catégorie précise de données rassembler.

STRUCTURE DU PRESENT GUIDE

Les sujets étudiés dans le présent Guide sont regroupés comme suit :

I. - dispositions à prendre avant la réalisation de l'étude de terrain,
II. - dispositions à prendre pendant la réalisation de l'étude de terrain, et
III. - dispositions à prendre après la réalisation de l'étude de terrain.

La section I fait des recommandations concernant la constitution de l'équipe, les mesures à prendre avant le départ et la coordination, ainsi que le matériel de base, les documents, les effets personnels et l'équipement à réunir.

La section II a trait à la logistique sur le terrain, au type d'information à collecter et à la manière de procéder.

La section III est consacrée à la collecte, la communication et la diffusion des données recueillies à la suite des tsunamis.

On cherche à recueillir des informations sur les points suivants :

- type de phénomène ayant déclenché le tsunami ;
- paramètres tectoniques et sismiques ;

- glissements de terrain sur terre et éboulements sous-marins ;
- effets de la déformation tectonique ;
- configuration des sites d'arrivée ;
- paramètres d'approche et d'arrivée du tsunami ;
- effets, dégâts et nombre des victimes imputables au tsunami ;
- réactions du public et des autorités ;
- autres observations, commentaires et recommandations.

On trouvera à la fin du présent Guide un prototype de questionnaire d'interrogation des témoins oculaires (**Annexe A**), ainsi que des modèles de formulaires d'enquête sur le terrain concernant les sujets susmentionnés qui doivent être remplis lors de l'étude (**Annexe B**).

Avant de vous rendre sur le terrain, faites autant de photocopies du questionnaire et des formulaires que nécessaire pour pouvoir étudier les différents sites touchés par le tsunami et faites traduire le prototype de questionnaire d'interrogation des témoins oculaires dans la langue locale.

METHODES

On peut classer comme suit les méthodes utilisées pour obtenir les informations nécessaires à l'étude de terrain :

- collecte des cartes, graphiques, enregistrements des marées, etc., existants ;
- mesure effective de paramètres physiques ;
- description physique et enregistrements audiovisuels ;
- entretiens avec des témoins oculaires.

REMERCIEMENTS

Aux spécialistes des tsunamis dont les précieuses observations, suggestions et indications ont contribué à améliorer et enrichir le contenu du présent document, et plus particulièrement à : J. Bourgeois, G. Curtis, F. Imamura, V. Kaistrenko, T. Konishi, J. Lander, C. McCreery, M. Okada, E. Pelinovsky, J. Preuss, Y. Sawada, F. Schindele, N. Shuto, D. Sigrist, Y. Tsuji, H. Yeh et aux membres du Groupe de travail ad hoc du GIC/ITSU.

SECTION I : AVANT LA REALISATION DE L'ETUDE DE TERRAIN

Constituer et organiser l'équipe chargée de l'étude et l'envoyer sur le terrain dans les meilleurs délais et avec un maximum d'efficacité. Il est préférable d'étudier les zones atteintes une ou deux semaines après le tsunami (mais pas plus tard) pour :

(a) éviter de perturber les opérations de secours ;
(b) s'assurer que le travail et les transports peuvent s'effectuer dans de bonnes conditions de sécurité ;
(c) éviter les interférences avec les catastrophes secondaires qui se produisent immédiatement après le phénomène principal.

Constitution des équipes chargées de l'étude

Les personnes retenues doivent être motivées et compétentes et choisies au cas par cas en fonction des besoins. Il est recommandé de constituer une équipe multidisciplinaire (spécialistes en océanographie, ingénierie, géodésie, sismologie, géologie, liquéfaction des sols, sédimentologie, sociologie, urbanisme, santé publique et responsables communautaires).

Il est vivement souhaitable qu'au moins un membre de l'équipe représente le pays touché et parle la langue locale et qu'on tienne compte des précieuses compétences et connaissances des autorités et des scientifiques locaux en les faisant participer à l'étude. En effet, les informations susceptibles d'être recueillies après l'événement ont un caractère très éphémère et les scientifiques locaux, notamment, ont la possibilité d'enquêter rapidement avant que de précieuses données ne disparaissent. Aucun effort ne doit être épargné pour faire pleinement participer le pays hôte à toute étude de terrain consécutive à un tsunami.

Choix du site

Choisir l'emplacement, la superficie de la zone à étudier et la durée de l'étude en fonction :

(a) d'informations préliminaires à caractère scientifique ou officiel, ou encore d'informations diffusées par les médias (presse, radio, télévision), concernant la gravité et la répartition géographique des effets du tsunami ;

(b) des zones qui, d'après une première simulation numérique de l'événement, ont subi les plus graves inondations ;

(c) de l'accessibilité des zones touchées ;

(d) de la disponibilité de personnel sur le terrain ;

(e) de la disponibilité de crédits ; et

(f) du temps disponible.

Parrainage de la Commission océanographique intergouvernementale de l'UNESCO

Pour qu'une étude consécutive à un tsunami parrainée par la COI ait lieu sous les auspices de celle-ci et soit partiellement financée par elle, il est absolument indispensable que le représentant du pays touché auprès de la Commission adresse dès que possible une demande et une invitation au Secrétaire exécutif de la COI. Le correspondant national du pays hôte auprès du GIC/ITSU devra coordonner la préparation de ce document.

En cas d'allocation de crédits par la Commission, ceux-ci devront en particulier permettre la participation de scientifiques qui sont dans l'impossibilité d'obtenir directement des fonds dans leur propre pays et le recours à toutes les compétences nécessaires à l'étude.

Formation

Reconnaître les traces laissées par le tsunami peut poser problème à des observateurs non avertis. Il faudra donc peut-être organiser des sessions de formation pour les membres inexpérimentés de l'équipe avant de se rendre sur le terrain.

Communication, transport et coordination

Le tableau d'affichage électronique sur les tsunamis, adresse électronique "tsunami@itic.noaa.gov", devra servir de principal moyen de communication lors des préparatifs. Il conviendra de nommer un organisme national ou un spécialiste de la recherche sur les tsunamis appartenant au pays où doit avoir lieu l'étude pour en coordonner les principaux aspects, et de s'assurer qu'il soit joignable en temps réel (par courrier électronique,

téléphone, télécopie). Etablir également les liens nécessaires avec les milieux universitaires et les experts sur le terrain des pays touchés qui participeront aux études afin qu'ils contribuent au recrutement des membres locaux de l'équipe et aident à traduire le prototype de questionnaire d'interrogation des témoins oculaires dans la langue locale, convenir avec eux des modalités de partage des informations obtenues et mettre, le cas échéant, au point des activités de recherche conjointe. Les experts internationaux participant à l'étude devront travailler la main dans la main avec les experts locaux.

Définir également les besoins logistiques et de communication à satisfaire localement, photocopieuses, lignes téléphoniques et de fax, accessibilité à l'Internet, modems, téléphones cellulaires, par exemple, etc. Choisir un point de rencontre commun proche de la zone touchée. Déterminer quel type de véhicules terrestres, maritimes et aériens utiliser pour transporter l'équipe dans les zones accessibles et inaccessibles. Coordonner les travaux avec ceux d'autres groupes effectuant des études analogues au même endroit afin d'éviter autant que possible, voire d'éliminer, les doubles emplois, et de partager l'information. Cette coordination ne doit pas viser à exclure qui que ce soit de l'opération, mais plutôt à donner à l'étude une efficacité optimale.

Formalités avant le départ

Réfléchir aux moyens de faciliter juridiquement l'accès des équipes à la zone d'étude et de leur assurer de bonnes conditions d'hygiène. Les démarches en vue de l'obtention des visas, les vaccinations, les lettres d'introduction ou autres documents d'identification, les permis d'accès à la zone touchée, les dispositions concernant le transport, le logement et l'approvisionnement de l'équipe, **tout doit être préparé par avance**. Il convient également de contracter une assurance accident, maladie et vie et d'obtenir avant le départ des renseignements sur le style de vie, la culture, la religion, la situation politique du pays et autres renseignements généraux. Il serait peut-être bon de prendre contact avec des organisations internationales, les autorités consulaires, les organismes de secours, etc. Il faut par ailleurs convenir d'avance des procédures d'admission des équipes et de dédouanement du matériel nécessaire à l'étude, ainsi que des échantillons de sédiments, et régler toute autre question d'ordre logistique. Les démarches administratives doivent être faites d'avance, pour éviter que les échantillons de sédiments expédiés vers le pays d'origine de l'enquêteur ne souffrent à l'occasion d'inspections de mise en quarantaine.

Tact

La période suivant immédiatement un tsunami destructeur peut être une épreuve déchirante pour les communautés locales et leurs habitants. Il y a eu des morts et des disparus, des bâtiments et des maisons sont endommagés, les infrastructures de transport et de sécurité sont parfois anéanties et la population est en état de choc. La première préoccupation du pays et de la communauté touchés est bien entendu de pleurer les victimes et de procéder à la remise en état des lieux. Ces besoins primordiaux étant admis, les études postérieures au tsunami doivent être menées avec tact, en respectant ces exigences culturelles et en complète coordination avec le pays hôte. Les autorités locales ne doivent pas être submergées de demandes de visas, d'invitations, de bases de données ou de rapports, à un moment plutôt inopportun. Si la zone à étudier se trouve dans une région ou un pays où le climat politique ou international est tendu, définir des règles de conduite pour les membres de l'équipe et s'y tenir.

Instruments existants

Avant l'enquête, recenser les instruments permettant de mesurer le niveau de l'eau (marégraphes ou autres) présents sur le site et demander la collecte de leurs informations.

Equipement nécessaire à l'étude

Déterminer quels sont les instruments portatifs les mieux adaptés et les plus facilement disponibles pour mesurer les paramètres choisis. Le matériel de terrain doit être aussi simple et efficace que possible afin que l'étude puisse s'effectuer rapidement. Un Système mondial de positionnement (GPS) portatif est indispensable et doit être demandé par priorité. Du matériel optique, des niveaux manuels équipés d'un dispositif de visée (niveau de charpentier), des stadias (pour le personnel travaillant avec l'enquêteur), des chronographes synchronisés, des clinomètres, un mètre d'arpenteur (100 m), une boussole et une petite balance peuvent s'avérer essentiels. Emporter des carottiers manuels à piston pour prendre des échantillons de sédiments et une pelle pour creuser. Bien que rarement utilisé lors des études, un écho-sondeur numérique couplé à un système GPS peut être nécessaire. Prévoir d'utiliser des appareils photo, des magnétophones et/ou des enregistreurs vidéo et apporter suffisamment de rouleaux de pellicule, de bobines de film, de cassettes, de bandes et de piles.

Dans les régions reculées, des sismographes portatifs peuvent fournir de précieuses données sur les répliques sismiques.

Emporter les sources d'énergie légères et portatives (panneaux solaires pour recharger les batteries, petits réservoirs de gaz naturel ou générateurs, carburant) nécessaires au fonctionnement de l'équipement et le matériel de camping indispensable (réchaud, lampe, tente, sac de couchage, etc.), des torches avec des piles de rechange et des lampes, des allumettes dans des conteneurs étanches. Il convient également de prendre une radio portative, un ordinateur portatif, une calculatrice de poche, du papier ou des carnets, des crayons, des gommes, des téléphones portables, une écritoire à pince, un couteau de poche et des emballages étanches pour les documents.

Documents relatifs à l'étude et informations préliminaires

Recueillir des informations auprès des médias locaux, nationaux et internationaux et des données préliminaires auprès des équipes locales effectuant des recherches. Réunir des informations sur le contexte tectonique, les mécanismes de formation des failles, l'intensité du séisme qui a déclenché le tsunami et la sismicité de la zone où est situé son foyer. Se renseigner sur les tsunamis précédents et leurs effets dans l'ensemble de la région. Avant le départ, établir des cartes bathymétriques et des cartes topographiques-géologiques à l'échelle de 1/25 000e, ou plus précises encore, rassembler des photos aériennes, recenser la position des marégraphes et réunir des tables de marées (ou des programmes informatiques sur les marées) afin de corriger les mesures du runup pour les régions touchées par le tsunami. Agrandir les cartes en les photocopiant avant de partir afin de faciliter la prise de notes sur le terrain. Ne pas oublier d'apporter suffisamment de copies du présent Guide pour les études de terrain consécutives aux tsunamis, du questionnaire (**Annexe A**) et des formulaires d'enquête sur le terrain (**Annexe B**).

Bagages d'hiver

Avant le départ, inscrire sur la liste des objets à emporter en voyage :

(a) des effets personnels (articles de toilette, mouchoirs, lingettes, papier toilette, rasoir, savon, brosse à dents, dentifrice, peigne, serviette de toilette, shampooing, épingles de sûreté, ciseaux, lunettes de soleil, réveil matin, nécessaire de couture, etc.) ;

(b) provisions de survie, d'eau et de denrées non périssables (viande, poulet, poisson, fruits, légumes et boissons en boîte ; lait en poudre, céréales, café, thé, succédané de lait, sel, poivre, sucre ; assiettes, tasses et serviettes jetables, ouvre-boîtes et comprimés pour purifier l'eau) ;

(c) trousse de premiers secours et ordonnances : sparadraps, pansements adhésifs, coton stérile, solution antiseptique (alcool, eau oxygénée, Merthiolate), aspirine, antibiotiques prescrits, bandages, anti-diarrhéiques, gouttes pour les oreilles, collyre, laxatif, vaseline, alcool à 90°, remède contre les rages de dents, trousse antivenin, anti-paludéen, crème solaire et lotion anti-insectes, thermomètre etc. ;

(d) documents personnels : passeport, visa, billet d'avion, carnet de vaccinations, lettres de référence ou d'invitation, argent liquide et cartes de crédit, devises et dictionnaire (si vous faites une étude en dehors de votre pays), etc. Préparer pour chaque participant des cartes d'information personnelles indiquant : le nom, le numéro du passeport, l'adresse, les numéros de téléphone et de fax, le groupe sanguin, le correspondant pendant l'étude et le nom, l'adresse, les numéros de téléphone et de fax de la personne à contacter dans le pays d'origine. Chaque membre de l'équipe devra porter sa carte individuelle et le chef d'équipe posséder une copie de toutes les cartes pour les cas d'urgence ;

(e) vêtements (veste, pull, imperméable, pantalons, chemises, sous-vêtements, etc.), chapeau et chaussures ou bottes selon le climat et la saison.

SECTION II : PENDANT L'ETUDE DE TERRAIN

Orientations générales

En dehors des eaux internationales et de l'Antarctique, le chercheur invité travaille dans un pays étranger qui est le principal domaine d'étude des scientifiques qui en sont originaires. Il se doit donc de préparer et de mener ses recherches en gardant bien cela à l'esprit.

Un scientifique invité doit respecter non seulement la souveraineté, la législation et l'environnement du pays où il mène ses recherches, mais également la dignité et les droits intellectuels de ses scientifiques et, à dire

vrai, le bien-être de tous ses habitants, ses ressources et son milieu naturel. Les rapports avec les scientifiques des pays hôtes doivent tendre vers une coopération désintéressée à la recherche et vers l'amélioration de la base scientifique des pays considérés.

Obligations officielles : La plupart des pays imposent de strictes obligations juridiques aux scientifiques étrangers qui demandent la permission de mener des recherches sur leur territoire. Ils peuvent également limiter l'importation et l'exportation d'instruments et de spécimens. Le pays hôte peut avoir besoin de conserver des copies des données géophysiques et des notes prises sur le terrain. L'attaché scientifique de l'ambassade ou du consulat du pays en question doit être consulté au début des préparatifs.

Obligations officieuses : Il incombe au futur visiteur de déterminer si le problème ou la zone qui l'intéresse fait déjà l'objet d'une étude ou non. Il peut s'en assurer en établissant des contacts personnels, ou encore par l'intermédiaire d'une société savante ou de l'Académie nationale des sciences par exemple. Qu'une étude recoupant partiellement les travaux prévus ait ou non déjà été engagée, mais surtout dans l'affirmative, tout doit être fait pour établir un programme de coopération avec un ou plusieurs scientifiques du pays hôte. Une véritable collaboration suppose un échange intellectuel, la reconnaissance des travaux antérieurs et l'aide d'autrui, la présence aux congrès et symposiums locaux, la publication conjointe de documents et une contribution à la formation d'étudiants locaux. Il faut en particulier encourager les visiteurs à faire des conférences intéressant à la fois le grand public, les étudiants et leurs collègues et à fournir de brefs comptes rendus destinés à être publiés dans des bulletins locaux.

Logistique et généralités

Organiser une réunion préparatoire dans les locaux d'un organisme de la région. Définir les modalités de travail sur le terrain, la tâche, le rôle, les responsabilités de chaque spécialiste en fonction de ses compétences et ce que l'on attend de lui. L'équipe devra suivre une formation avant de se séparer en petits groupes et de se rendre sur le terrain. Chaque groupe devra comprendre au moins un scientifique/représentant local et au moins une personne ayant déjà participé à des études de terrain. Déterminer les moyens de transport à utiliser aussi bien pour se rendre dans les zones faciles d'accès que dans les endroits inaccessibles (bateaux, hélicoptères, quatre-quatre).

Il est indispensable que les enquêteurs aient par avance bien compris tous les points indiqués dans le questionnaire d'interrogation des témoins oculaires et dans les formulaires d'enquête sur le terrain. Ce sont de préférence les plus expérimentés d'entre eux qui rempliront ces formulaires. Il leur faut, pour toutes sortes de mesures, savoir évaluer les données collectées et en préciser la qualité. L'emplacement où ont été prises toutes celles d'ordre physique doit être indiqué aussi précisément que possible sur des cartes et/ou sur des photographies aériennes.

Utiliser les formulaires joints au présent Guide pour les études de terrain (*faire le nombre nécessaire de copies et renuméroter les pages*) pour enregistrer toutes les données recueillies et utiliser les espaces blancs pour faire des croquis, des diagrammes, prendre des notes complémentaires et commenter les observations qui sortent de l'ordinaire. Ne faire en aucun cas confiance à sa mémoire. Utiliser le prototype de questionnaire d'interrogation des témoins oculaires, préalablement traduit dans la langue locale, pour les entretiens avec les témoins oculaires.

Choix du site

Choisir des sites particuliers, comme des petites baies, des portions de côtes ouvertes, des estuaires, des plages, afin de rassembler des informations pour une étude de cas complète de tous les effets du tsunami en s'efforçant d'obtenir des ensembles cohérents de données isolées sur les paramètres à mesurer. Photographier si possible la zone étudiée pour en donner une large vue d'ensemble.

Informations subsidiaires *in situ*

Se procurer auprès des autorités locales des cartes plus détaillées de la région avant de procéder à l'étude. Constituer un dossier de presse composé de coupures de journaux locaux, d'émissions radiodiffusées ou télédiffusées ou autres communiqués de presse, ainsi que de photographies ou de bandes vidéo réalisées au moment de l'événement.

Mesures

Les paramètres choisis doivent être simples et rapides à mesurer ou estimer, pour être facilement comparables et pouvoir servir à des études ultérieures et trouver des applications dans la recherche (il sera préférable de coupler diverses mesures pour en accroître l'intérêt). Toujours indiquer le degré de précision de la mesure. Il est suggéré de fournir au moins les informations et paramètres ci-après.

Positionnement horizontal

Vérifier si des sites GPS avaient été installés avant le séisme et le tsunami.

La position doit être déterminée avec une précision suffisante au moyen du GPS ou de cartes. Il est préférable de l'indiquer de manière irréfutable sur les cartes si des erreurs de signal ou des irrégularités du niveau de référence rendent les positions GPS imprécises.

Niveau maximal atteint par l'eau

Mesuré par des relevés de nivellement ou de GPS ou encore par d'autres méthodes avec, si possible, une précision de 25 cm. Il convient de faire autant de mesures que possible en indiquant avec précision leur position sur des cartes ou des photographies aériennes, et en les accompagnant de préférence de croquis et de photos. Utiliser la technologie GPS peut permettre de rassembler plus efficacement et dans de meilleurs délais les données relatives à la zone balayée par le tsunami et de déterminer les affaissements ou soulèvements de terrain dus au séisme. Alors que les techniques traditionnelles, utilisant le mètre d'arpenteur, les télémètres à parallaxe et les niveaux à bulle donnent des résultats satisfaisants, ce ne sont pas nécessairement les plus efficaces côté temps et main-d'oeuvre. Elles sont toutefois relativement peu coûteuses. Si la technologie GPS est devenue

infiniment plus précise et beaucoup moins coûteuse, ce type d'équipement reste toutefois un système de haute précision relativement onéreux.

Déterminer au moins ce qui suit :

(A) Niveau de référence et correction des marées

Convenir d'un seul niveau de référence, c'est-à-dire le niveau moyen de la mer (MSL) ou la hauteur moyenne des basses mers inférieures (MLLW) si l'on se reporte au zéro des cartes, ou le niveau local de la marée à l'heure d'arrivée du tsunami ou pendant celui-ci. La hauteur du runup, mesurée par rapport au niveau local de la marée (altitude de la ligne du rivage) à l'endroit et à l'heure où sont effectuées chacune des mesures, doit être corrigée en fonction du niveau de référence commun choisi.

Pour effectuer les corrections susmentionnées, il est indispensable de synchroniser toutes les montres-bracelets utilisées par les enquêteurs, de les régler sur le temps en usage et de noter l'heure à laquelle est faite chaque mesure. Vérifier si le temps en usage ou l'heure d'été était localement en vigueur au moment où le tsunami a eu lieu, pendant l'étude, lors des enregistrements des marégraphes locaux et dans les tables des marées. Se procurer les enregistrements des marégraphes les plus proches du site.

Ne pas perdre de vue que pour l'interprétation ultérieure des données, il est primordial de bien procéder aux corrections en fonction du niveau de référence commun et du temps en usage.

(B) Repères de nivellement

Localiser les repères de nivellement existant dans la région et les utiliser pour vérifier le niveau de référence et les mesures. Se procurer la position verticale des repères de nivellement corrigée, mesurée par le GPS, afin de détecter un éventuel soulèvement ou affaissement de terrain dû au séisme.

(C) Runup

Chaque fois que possible (mais sur un site au moins), mesurer et dessiner une coupe transversale de la zone étudiée allant de la marque indiquant le point de pénétration maximale de l'inondation jusqu'à la ligne de rivage (voire jusqu'à la zone de brisants). Il conviendra de mesurer sur chaque

site au moins le **runup maximal** et le **niveau maximal de l'eau** (qui ne sont parfois pas identiques), tels que définis ci-après. Les deux types de données devront être indiqués et distingués par des symboles différents sur un diagramme. Lors de l'atelier sur les mesures des tsunamis organisé à Estes Park en 1995, la communauté scientifique est convenue de définir ces deux grandeurs comme suit :

1. **Le runup maximal** est la différence d'altitude entre le point de pénétration maximale du tsunami et la ligne de rivage au moment du phénomène (c'est-à-dire corrigée de la différence entre l'altitude de la ligne de rivage au moment de la mesure et au moment de l'arrivée du tsunami).

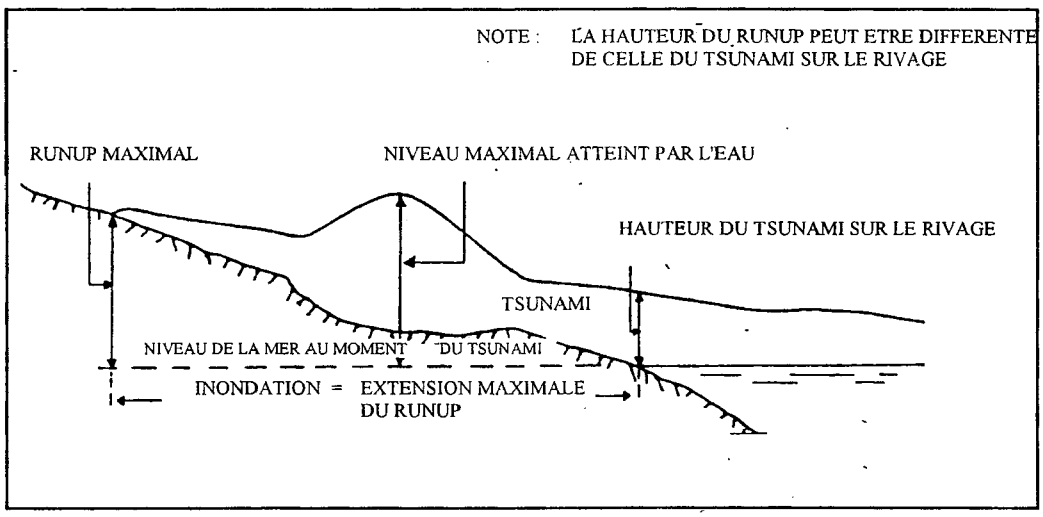
2. **Le niveau maximal** atteint par l'eau est la différence d'altitude entre la trace la plus élevée laissée localement par l'eau et la ligne de rivage au moment du phénomène (c'est-à-dire corrigée de la différence d'altitude de la ligne de rivage entre le moment où la mesure a été prise et celui où le tsunami est arrivé). (Voir la figure ci-dessous.)

Savoir identifier les runups extrêmes qui apparaissent localement en raison de la "canalisation" des ondes de tsunami dans des vallées, chenaux et criques étroits, ou de "seiches" dans des baies semi-fermées. Convenir d'un critère pour : (a) calculer la valeur moyenne du runup sur les plages ayant une topographie complexe, où l'inondation a un caractère aléatoire, afin d'obtenir une seule valeur représentative, ou (b) éviter de calculer une valeur moyenne du runup mais indiquer plutôt les données brutes observées.

(D) Marques

Les marques aident à identifier la hauteur et l'extension maximales du runup. Les marques attestant le niveau maximal atteint par l'eau sur les murs et les structures sont fiables, de même que les objets d'origine marine ou l'emplacement de la végétation. Les lignes indiquant la limite à terre des zostères maritimes, les dépôts de débris, de sédiments et de détritus flottants (à distinguer des dépôts dus aux marées hautes normales), la frontière horizontale entre la végétation tuée ou endommagée par l'eau salée et la végétation survivante (la décoloration après quelques semaines est une bonne indication), la quantité d'écorce arrachée aux arbres et le niveau auquel on trouve du varech ou des débris pris dans des grilles ou d'autres structures sont également de bons indicateurs. Regarder si d'autres lignes de débris témoignent de l'arrivée de plusieurs vagues. Noter si la partie supérieure,

moyenne ou inférieure des maisons (fenêtres, toits, etc.) ou des structures sont endommagées, à demi-détruites ou intactes et déterminer si les dégâts ont été dus aux secousses sismiques ou à l'arrivée du tsunami. Noter également les vêtements, les poissons morts, le bétail mort et/ou autres objets ou animaux pris et/ou suspendus dans les branches supérieures des arbres. De larges blocs de corail déposés par les vagues, des bateaux détruits ou échoués, des bâtiments en bois que l'eau a arrachés à leurs fondations et déposés plus loin, des marques de griffures sur les troncs d'arbre dues à la collision d'objets charriés par l'eau peuvent aussi servir d'indices. Savoir distinguer les véritables traces laissées par le déferlement du tsunami, des éclaboussures et marques laissées par des objets ou débris flottant haut. Toujours faire un



croquis, si possible. Noter les arbres brisés, tordus, déracinés ou renversés, la végétation détruite et emportée, les débris transportés et déposés à terre. En indiquer et mesurer si possible le type, la taille (gros blocs, rochers, bois dérivants, sable, etc.) et le poids (ou la densité). Le déferlement des vagues par-dessus certaines structures côtières et la destruction de stations marégraphiques existantes peuvent également être utilisés comme indicateurs.

Signaler les traces laissées par les hautes eaux au moyen d'étiquettes et de rubans, de marqueurs indélébiles, en vaporisant de la peinture ou en la passant à la brosse, ou encore en plantant des pieux afin de fixer des repères pour les études ultérieures. Lorsque le tsunami n'a laissé aucune trace, plutôt que de s'abstenir de faire un compte-rendu, on peut considérer comme valables les positions indiquées par les témoins oculaires du déferlement du tsunami (en précisant qu'il existe un risque d'erreur).

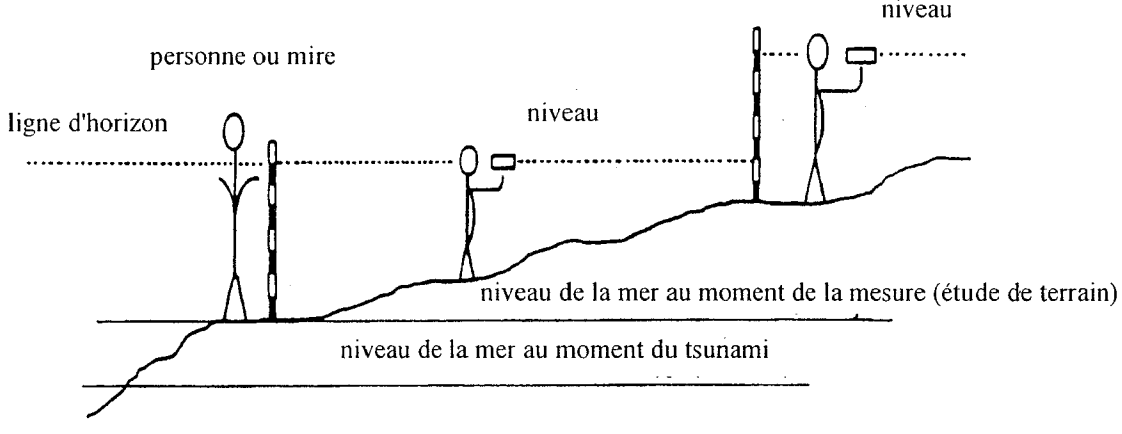
Inondation horizontale (intrusion)

Par convention, on définit l'**inondation** comme la pénétration, ou extension, *horizontale* maximale du tsunami à l'intérieur des terres à partir de la ligne de rivage (voir la figure ci-après). La déterminer à partir de la ligne indiquant la hauteur moyenne des basses mers inférieures (MLLW), ou de toute autre ligne de référence. La représenter sur une carte et estimer les distances à l'aide d'un décamètre, d'un laser, de matériel à fréquence radio ou d'un télémètre optique (à parallaxe), ou encore à titre tout à fait exceptionnel, si l'on ne dispose d'aucun autre instrument, au moyen d'un odomètre, du télémètre d'un appareil photographique ou en comptant ses pas.

Méthodes de mesure de fortune

On peut déterminer le runup maximal et les limites de la zone inondée par une succession de mesures de la distance horizontale et de l'altitude, en partant de la ligne de rivage pour aller jusqu'à des points situés sur la ligne définissant l'incursion maximal de l'eau.

Si l'on ne dispose d'aucun instrument, utiliser la hauteur de la tête, du cou, de la taille, des genoux, etc., de quelqu'un en guise de mire. On peut déterminer l'altitude du point où l'on se trouve par rapport au niveau de la mer au moyen d'un niveau de charpentier ou en "lisant" la hauteur d'intersection de la ligne d'horizon mer/ciel avec la mire de nivellement (ou la personne) debout au niveau de la mer sur la ligne de rivage. Avancer progressivement en repositionnant ultérieurement la mire au point dont la position a été ainsi



déterminée et en plaçant l'observateur en des points inconnus et plus élevés, jusqu'à atteindre la marque laissée par les plus hautes eaux, ce qui permettra d'en déterminer l'altitude. Voir la figure ci-dessous (d'après l'Organisation météorologique japonaise, 1990).

Courants

Relever des indices attestant la direction et/ou la force d'écoulement. Evaluer ces grandeurs, en fonction de leurs effets (traînée, inertie) sur des objets et structures fixes assez grands et sur des objets flottants (bateaux et navires) échoués. L'orientation et la disposition géométrique des accumulations de débris ou la direction prise par les arbres dans leur chute permettent de déduire la direction d'écoulement. Mesurer la taille et la densité des grains de sédiment transportés.

Information géologique

Identifier, localiser et évaluer l'ampleur d'un éventuel soulèvement ou affaissement côtier et son incidence sur le runup. Comme indiqué précédemment, il peut être intéressant de déterminer à l'aide du GPS la position verticale des repères de nivellement en place. La présence de végétation submergée, de plantes vertes feuillues poussant dans la zone intertidale, ou encore de bernaches émergés, de même qu'une modification des laissés de haute mer après le tsunami peuvent également être un signe de subsidence ou de soulèvement.

Noter si le sol a subi des fissures, une liquéfaction, un basculement ou un gauchissement et s'il y a des indices de fluage des failles et de la direction du mouvement et collecter des données témoignant de ces phénomènes.

Observer et détecter la présence de sable, de limon, de gravier ou de couches de vase que le tsunami aurait, le cas échéant, déposés au-dessous des marécages à marées, dans des "prairies" plates voisines d'étangs, côté rivage, au-dessus des cordons littoraux ou dans les lagons côtiers. A l'aide de tubes en plastique, prélever des carottes verticales en lignes perpendiculaires au rivage, sur toute la largeur de transport et de dépôt, jusqu'à la limite d'incursion maximale. Creuser des tranchées et photographier les sédiments. Mesurer l'épaisseur et la superficie des dépôts de sable, ainsi que la répartition verticale des grains par taille, à l'intérieur des couches (les analyser au moyen d'un tube de décantation pour obtenir une résolution fine de l'ordre de 1,5 micron à 2 mm environ, si possible) ; et déceler la présence éventuelle

de détritus de bois et de plantes enracinées prouvant que la zone a brutalement été recouverte de sable par le tsunami. Déterminer les endroits où les ondes de tsunami ont, le cas échéant, provoqué une érosion, déplacé et déposé des sédiments, mais distinguer l'érosion de la plage imputable au tsunami proprement dit de celle à plus long terme (faire appel à des témoins oculaires).

Vérifier si le tsunami a provoqué des glissements de terrain ou de glace dans des masses d'eau et quelles en ont été les éventuelles répercussions.

Information sismologique

Pendant l'étude, utiliser des sismographes portatifs pour recueillir des données sur les répliques sismiques dans les régions reculées.

Profil

Evaluer la pente des plages à l'aide de clinomètres manuels ou d'autres appareils optiques de relevé de terrain. Pour gagner du temps, réaliser les profils parallèlement à d'autres observations sur le terrain.

Bathymétrie

A l'aide d'un échosondeur couplé à un système GPS, ou à des liaisons radio UHF pour le positionnement, réaliser un levé du fond de la mer à proximité du rivage des zones côtières qui ne sont pas représentées avec une résolution suffisante sur les cartes disponibles, ou encore où les sédiments transportés par le tsunami risquent d'avoir profondément modifié la topographie sous-marine. Un petit bateau ou navire sera nécessaire à cette fin. Noter les profondeurs ainsi étudiées sur la carte bathymétrique initiale.

Faire appel à des témoins oculaires pour déterminer la chronologie des événements et autres caractéristiques

Les entretiens avec des témoins oculaires peuvent être extrêmement précieux pour distinguer ce qui est vraiment imputable au phénomène (séisme, tsunami) de ce qui existait au préalable et des changements intervenus a posteriori, par exemple lors du nettoyage et de la remise en état des lieux.

Ils doivent, chaque fois que possible, être menés par des représentants locaux, car il est bon que les enquêteurs soient sensibles à l'état émotionnel et aux pratiques culturelles des personnes interrogées. Le fait que l'enquêteur parle la langue locale facilitera bien entendu les choses. Les termes techniques et les questions tendancieuses qui suggèrent les termes de la réponse devront être évités, autrement dit, il vaudra mieux demander aux personnes interrogées d'indiquer jusqu'où exactement est arrivée l'eau que d'en chiffrer la hauteur. On obtiendra généralement des informations plus fiables en priant les témoins oculaires de décrire **en leurs propres termes** ce qu'ils ont vu plutôt qu'en leur demandant de répondre par oui ou par non à des questions en leur suggérant certains termes, ou bien encore en leur inspirant leurs réponses.

On trouvera à la fin du présent Guide (**Annexe A**) un prototype de questionnaire d'interrogation des témoins oculaires, établi conformément aux directives données par MM. Y. Tsuji et V. Kaistrenko, lors de l'Atelier international sur la mesure des tsunamis qui s'est tenu à Estes Park en juin 1995.

Les réponses manuscrites au questionnaire devront être lues et transcrites dès que possible. S'efforcer de réunir des fonds et de désigner dès que possible des personnes compétentes chargées d'accomplir cette tâche.

Interroger des témoins oculaires, effectuer des mesures avec des instruments ou consulter les comptes-rendus parus dans la presse locale pour rassembler des informations sur l'heure d'arrivée des ondes de tsunami et leur période, leur nombre, le temps qui s'est écoulé entre la secousse sismique et l'arrivée du tsunami, et la durée totale de ce dernier. L'eau s'est-elle retirée ou non avant l'arrivée de la première vague ? A-t-on entendu des "bruits" ? Les vagues ressemblaient-elles ou non à un mascaret ? De quelle direction venaient-elles ? Ne pas perdre de vue que la fiabilité des réponses des témoins oculaires est très variable.

Se renseigner sur la propagation éventuelle de mascarets remontant les estuaires. Vérifier si une résonance locale au niveau du bassin a pu amplifier les effets du tsunami, déterminer l'influence des îles, des formations rocheuses au large ou autres particularités bathymétriques locales du plateau continental. Tenir compte de la largeur de ce dernier. Noter l'influence éventuelle de la topographie des lieux sur la forme du runup, ainsi que sa réduction due aux forces de friction sur le sol.

Méthodes audiovisuelles et non traditionnelles d'étude sur le terrain

Penser à prendre des photos, enregistrer des bandes vidéo et audio, mais uniquement pour compléter les notes prises sur le terrain, pas pour les remplacer. Si besoin est, et si des crédits sont disponibles, on pourra envisager d'avoir recours à la photogrammétrie, aux vidéos aériennes, aux profileurs du fond à balayage latéral et à d'autres méthodes pour évaluer la déformation du sol au fond de la mer. Les photographies aériennes et les images prises par satellite peuvent aider à localiser les zones touchées qu'il conviendra d'étudier ; elles constituent également un appoint précieux dans les zones où les observations au sol sont impossibles du fait de l'inaccessibilité des lieux.

Pour prendre des photographies aériennes, il est recommandé de voler entre 150 et 300 m d'altitude afin d'éviter la brume de haute altitude et la dispersion de la lumière, et à une distance suffisante des côtes pour que les photographies obliques prises à 45° au-dessous de l'horizontale soient centrées aussi bien le bord de l'eau que les limites de l'inondation. Prendre suffisamment de prises de vue pour qu'elles se chevauchent d'environ 50 %. Si l'avion vole bas, à moins de 150 m d'altitude, travailler au 500e de seconde ou avec une vitesse d'obturation plus rapide encore. A des altitudes plus élevées, le 250e ou le 125e de seconde devrait donner des résultats satisfaisants.

Utiliser des pellicules en noir et blanc, en couleurs et sensibles aux infrarouges. La haute définition inhérente au noir et blanc permet d'identifier de petits détails. La couleur permet de voir les fragments de coraux, les morceaux de bois et les pierres échoués, la végétation arrachée, la ligne de laisse et les débris accrochés aux buissons. L'infrarouge permet d'identifier clairement les zones d'inondation, délimitées par la végétation vivante et morte.

Mesurer les dimensions des points de référence locaux (par exemple une maison restée debout), afin d'étalonner les photographies aériennes. L'examen stéréoscopique de clichés qui se chevauchent permet de mesurer plus facilement la zone balayée.

Evaluation des dégâts

Classification approximative (non spécialisée) ; évaluer la nature et le type de dégâts et leur cause apparente :

(a) facteurs primaires :

- hydrostatique (pression, flottabilité) ;
- hydrodynamique (houle, traînée) ;

(b) secondaires :

- impact de débris ou de bois flottant ;
- incendies dus à des pannes électriques ou à du pétrole enflammé ;
- explosions ;
- contamination par des matériaux dangereux ou par dégagement de fumées toxiques ;
- sol qui se dérobe en raison de l'affouillement du torrent d'eau qui se retire, etc.

Recueillir des informations attestant que la mer a franchi des brise-lames, des docks et autres structures côtières et des indices d'érosion et de dépôt de sable au niveau des plages. Distinguer les dégâts dus au séisme de ceux imputables au tsunami.

Impact social

Procéder à une évaluation approximative afin d'avoir un aperçu des répercussions du tsunami : incidence sur le comportement humain, les services publics, les voies de communication vitales (routes, lignes ferro-viaires, pistes d'aéroport, équipements collectifs, etc.), perturbation des activités quotidiennes, victimes et dommages corporels, performances des organismes de gestion des secours et degré d'efficacité réelle des plans d'action, personnes déplacées et sans abri à la suite du tsunami.

Réaction de différents segments de la population (personnes âgées, handicapés, mineurs, etc.) aux avis d'alerte. Pourquoi y a-t-il eu des pertes en vies humaines : l'alerte était-elle inadaptée ? L'évacuation inadéquate ? La préparation insuffisante ? Faire si possible des recommandations générales.

SECTION III : ACTIVITES POSTERIEURES A L'ETUDE DE TERRAIN

Réunions locales

Tenir une brève réunion avec les autorités locales et les organisations compétentes, immédiatement après l'étude, en vue de rédiger un rapport préliminaire succinct indiquant les résultats de l'étude et de recommander des mesures destinées à atténuer à l'avenir les effets catastrophiques des tsunamis. Donner dans ce rapport les adresses postales et électroniques des participants à l'étude et des organisations nationales et étrangères, ainsi que les sites WWW concernant le séisme et le tsunami étudiés.

Rapport

Noter les informations générales essentielles, de manière suffisamment détaillée et rendre compte à l'organisme de parrainage (COI) et au Centre international d'information sur les tsunamis (CIIT). Les participants aux études devront faire bénévolement, sur demande, des rapports succincts destinés à être publiés dans le tsunami Newsletter du CIIT. Des rapports exhaustifs pourront être exigés par les organismes de parrainage ou pour présentation lors de réunions et symposiums internationaux. Les rapports succincts présentés sur le tableau d'affichage électronique peuvent intéresser d'autres spécialistes des tsunamis et devront être affichés le plus tôt possible après le retour des équipes chargées de l'étude de terrain.

Collecte, traitement, partage et diffusion des données recueillies à la suite d'un tsunami.

Avoir pour principe de partager l'information afin d'en faire profiter toutes les parties concernées (l'essentiel est de la diffuser largement et de la stocker de manière qu'elle soit accessible).

Définir des méthodes et directives uniformes afin de normaliser la collecte, la présentation, le traitement, l'archivage, la distribution, la diffusion et la mise à disposition des données par les centres existants (CIIT, NGDC, JMA, CMD-A et B) ou par de nouveaux centres.

Envoyer une copie de tous les documents réunis pendant l'étude de terrain à la bibliothèque et aux archives du CIIT.

Exemples de données à gérer : (a) biliographiques, (b) marégrammes, (c) tables, (d) diagrammes et graphiques, (e) photographies et enregistrements vidéo, (f) enregistrements audio. Choix des supports de stockage : publications, rapports, cassettes, disquettes, disques CD-ROM, etc.

Le tableau d'affichage électronique sur les tsunamis, adresse électronique "tsunami@itic.noaa.gov", doit être le principal moyen de communication utilisé pour diffuser le rapport d'étude.

Utiliser des moyens traditionnels (photocopies, courrier, fax), ainsi que la technologie électronique la plus moderne des autoroutes de l'information, à savoir le World Wide Web pour les images numériques, les graphiques, les cartes interactives et les animations de synthèse ; et le tableau d'affichage électronique via l'Internet pour les textes, tables, etc., pour diffuser l'information auprès des milieux spécialisés et leur y donner accès.

Les photographies, diagrammes et autres types de données visuelles devront être affichés sur des sites WWW et le Web servira à désigner les liens avec les gisements de données. Des photographies devront également figurer dans les rapports imprimés afin d'aider à mieux comprendre le déroulement des opérations pendant l'étude : elles montreront notamment :

(a) des exemples de traces laissées par le tsunami ;
(b) comment les instruments/le matériel sont utilisés ;
(c) les maisons et infrastructures endommagées ou détruites ;
(d) les effets du tsunami sur le sol et la végétation.

Etant donné que certains pays (ou régions) menacés n'ont qu'un accès limité à cette nouvelle technologie électronique des autoroutes de l'information, il conviendra également de diffuser des rapports succincts écrits.

REFERENCES

Borrero, J., Ortiz, M., Titov, V. and Synolakis, C., 1997. Field survey of Mexican tsunami produces new data, unusual photos, EOS, 78 (8): 85-88.

Curtis, G.D., 1982. Post-Tsunami Survey Procedures, Joint Institute of Marine and Atmospheric Research, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, Hawaii, USA, 12 p.

Earthquake Engineering Research Institute, 1992. Earthquake Response Plan and Field Guide, Learning from Earthquakes Project, Publication # 91-A, Oakland California, USA, 120 p. + 6 App.

Earthquake Engineering Research Institute, 1993. Tsunami in: EERI Newsletter Special Edition on the 12 July 1993. Hokkaido-Nansei-Oki Earthquake, 20 p.

Hokkaido Tsunami Survey Group, 1993. Tsunami devastates Japanese coastal region, EOS, 74 (37) : 417-432.

Imamura, F., Subandono, D., Watson, G., Moore, A., Takahashi, T., Matsutomi, H. and Hidayat, R., 1997. Irian Jaya earthquake and tsunami cause serious damage, EOS, 78 (19): 197-201.

Intergovernmental Oceanographic Commission (of UNESCO), 1975. Wave Reporting Procedures for Tide Observers in the Tsunami Warning System, Manual and Guides No. 6, Paris, France, 32 p.

Intergovernmental Oceanographic Commission (of UNESCO), 1995. Standards for Tsunami Surveying, Fifteenth Session of the International Co-ordination Group of the Tsunami Warning System in the Pacific, Doc. IOC/ITSU-XV/13, Restricted Distribution, Paris, France, 14 p.

Japanese Meteorological Organization, 1990. Manual for Seismological Observation-Investigations, Tokyo, Japan.

Lander, J.F. and Yeh, H. (eds.), 1995. Report of the International Tsunami Measurements Workshop, Estes Park, Colorado, USA, 102 p.

Loomis, H., 1981. Notes on Making a Tsunami Survey. Joint Tsunami Research Effort, Honolulu, Hawaii, USA, 3 p.

Maresca, J.W. and Seibel, E., 1977. Terrestrial photogrammetric measurements of breaking waves and longshore currents in the nearshore zone, in: Proceedings of the Fifteenth Coastal Engineering Conference, American Society of Civil Engineers, New York, NY., USA, Chapter 39: 681-700.

Murty, T.S., Baptista, A.M. and Priest, G.R., 1993. Post-Tsunami Survey (2-7 nov. 1992) of Runup and Inundation in the Coast of Nicaragua. Report to the Intergovernmental Oceanographic Commission (of UNESCO), Paris, France, 16 p. + 3 App.

Pararas-Carayannis, G., 1982. A Guide for a Post Tsunami Survey, International Tsunami Information Center of IOC-UNESCO, Honolulu, Hawaii, USA, 11 p.

Preuss, J., 1987. Tsunami Response Plan, Draft Outline, Urban Regional Research, Seattle, Washington, USA, 14 p.

Steinbrugge, K.V., 1982. Earthquakes, Volcanoes and Tsunamis: An Anatomy of Hazards, Skancia Ed., New York, NY., USA

Synolakis, C., Imamura, F., Tsuji, Y., Matsutomi, H., Tinti, S., Cook, B., Chandra, Y.P. and Usman, M., 1995. Damage, conditions of East Java tsunami of 1994 analyzed, EOS, 76 (26): 257-262.

Wigen, S.O. and Ward, M.M., 1981. Post-Tsunami Disaster Survey, in: Proceedings of the Twentieth Annual Conference, Canadian Hydrographers Association, Sidney, British Columbia, Canada, 50-61.

Yeh, H., Imamura, F., Synolakis, C., Tsuji, Y., Liu, P. and Shi, S., 1993. The Flores Island Tsunamis, EOS, 74 (33): 369-373.

Yeh, H., Titov, V., Gusiakov, V., Pelinovsky, E., Khramushin, V. and Kaistrenko, V., 1995. The 1994 Shikotan Earthquake Tsunamis (manuscript), 28 p.

ANNEXE A

PROTOTYPE DE QUESTIONNAIRES D'INTERROGATION DES TEMOINS OCULAIRES

(établi conformément aux directives données
par Y. Tsuji et V. Kaistrenko lors de l'Atelier international
sur la mesure des tsunamis organisé en juin 1995 à Estes Park)

I. INFORMATIONS GENERALES

Nom de l'enquêteur _____
Date et heure de l'entrevue _____
Nom de la personne interrogée _____
Adresse _____
Profession, sexe et âge _____
Nom du lieu (ville, village, colonie, nom topographique) _____
(situer l'endroit sur des cartes ou des photos aériennes)

Où se trouvait la personne interrogée au moment du séisme et du tsunami ? (une colline, une maison, un bateau, etc.) _____
_____

II. INFORMATION CONCERNANT LE(S) SEISMES(S)

A combien était estimée l'intensité du séisme à cet endroit, d'après l'échelle de Mercalli ? (consulter la table MMI)_____

Si le séisme s'est produit la nuit, combien de personnes étaient éveillées ou a-t-il réveillées ?_____

Combien de personnes l'ont ressenti ? _____
Heure locale au moment de la secousse principale _____
Heure locale au moment des éventuelles secousses sismiques prémonitoires ou répliques sismiques _____
Nombre de victimes du (des) séisme(s) _____
Principaux dégâts causés par le(s) séisme(s) _____
_____
_____
_____
_____

Les témoins oculaires ont-ils mentionné un phénomène de liquéfaction ou des jets de sable ? Des fissures dans le sol ? Des glissements de terrain, éboulements de roches, etc. ? _____

_____

_____

L'eau des puits est-elle devenue boueuse ? Son niveau a-t-il varié ? _____
Des phénomènes précurseurs ont-ils été observés avant le séisme ? _____

_____

_____

III. INFORMATIONS CONCERNANT LE TSUNAMI

Quelle était la situation avant le tsunami ? (conditions météorologiques, niveau de la mer, luminosité, sons ou bruits, etc.) _____

Heure d'arrivée de la (des) vague(s) _____
Heure locale - d'après les pendules, les programmes de télévision, etc. _____
Au jugé - temps écoulé entre la secousse sismique principale et l'arrivée de la vague _____
(noter qu'une réplique sismique peut se produire entre la secousse principale et l'heure d'arrivée du tsunami)

Comment est arrivée la première vague ? (l'enquêteur peut, par exemple, demander si l'eau s'est d'abord retirée ; mais ce peut être une question tendancieuse – essayer d'amener le témoin à décrire le comportement de l'eau, sans lui suggérer la réponse) _____

_____

_____

Combien de fois l'eau est-elle montée ? (combien y a-t-il eu de vagues ?) ____
Quel était l'intervalle de temps entre les vagues ? _____

Est-ce que l'eau s'est complètement retirée et est revenue ?_____
Quelle était la taille relative des vagues ? (quelle était la plus grande, etc.) ? _

_____

[Page blanche destinée aux **observations complémentaires**]

A quoi ressemblai(en)t la (les) vague(s) ? par exemple, à la montée, lente et calme, de la marée (à une marée montant rapidement) ; à une rivière, à une houle (avec des moutons, au déferlement d'une lame) à un mur (mascaret)

_____

_____

De quelle direction venait l'eau ? _____
Dans quelle direction allait-elle ? _____

Décrire les sons ou bruits qui ont précédé ou accompagné l'arrivée du tsunami. Ressemblaient-ils, par exemple, au son du tambour, du tonnerre, d'un avion, de la pluie, d'une voiture, d'une rivière, ou n'y a-t-il eu aucun bruit ?

_____

En quoi le tsunami a-t-il modifié la surface du sol ? A-t-il entraîné une érosion à certains endroits ? (aspect antérieur ?) A-t-il laissé des sédiments à certains endroits (dépôts) ? (aspect antérieur de ces emplacements ?). Identifier les roches, débris, habitations, navires, etc., déplacés par le tsunami (où étaient-ils auparavant ?) (faire un dessin si besoin est) _____

_____

_____

_____

Victimes du tsunami :
Note : Pour éviter les incohérences dans le bilan des pertes en vies humaines, il est convenu que seules seront considérées comme victimes du tsunami les personnes dont le décès est directement ou indirectement imputable à l'action des vagues (par exemple, parce qu'elles ont essayé d'échapper à la vague, ou se trouvaient sur un bateau qui roulait et plongeait violemment, parce qu'un chargement s'est déplacé sur leur navire, parce qu'elles ont été noyées, gravement touchées par des débris charriés par des vagues ou qu'elles ont eu une crise cardiaque mortelle déclenchée par le tsunami). Ne pas compter les personnes décédées lors des opérations de nettoyage ou qui sont mortes de froid, ou d'avoir absorbé de l'eau contaminée ou encore des suites d'autres maladies (celles que la vague a par exemple emportées et jetées sur une congère et qui sont mortes de froid, celles qui ont été évacuées pour la nuit sur le versant d'une colline exposée au froid et qui sont mortes gelées, et celles qui ont été intoxiquées en buvant des eaux usées polluées).

Nombre de : (a) morts _____, (b) disparus _____, (c) blessés graves _____, (d) blessés légers _____

Age des victimes __ Sexe des victimes ___ % hommes, ____% femmes

Dégâts infligés aux habitations par le tsunami :
Nombre d'habitations : (a) emportées _____, (b) totalement détruites _____, (c) partiellement détruites _____, (d) inondées_____

Dégâts causés aux voitures, navires, installations portuaires, routes, champs agricoles, etc. _____
_____
_____

Incidences sanitaires du phénomène : maladies, modification de la qualité/ disponibilité de l'eau, etc._____
_____

Indiquer jusqu'à quel point précis l'eau est montée (par exemple, sur les maisons, les arbres, les haies) ; la profondeur de pénétration maximale de l'eau à l'intérieur des terres (la situer matériellement) _____
_____
_____

Précautions et évacuation :
Avant qu'il ne se produise, saviez-vous qu'un tsunami allait arriver/vous y attendiez-vous ? _____

Expérience ou connaissance d'événements antérieurs _____
_____
_____

Quelles mesures de précaution avez-vous prises longtemps à l'avance ?_____
_____

Mesures prises pendant et après le tsunami _____
_____
_____

Comment vous êtes-vous échappé ?_____
_____
_____

Avez-vous rencontré des obstacles ? _____

[Page blanche destinée à des **observations complémentaires**]

IV. REPLIQUES SISMIQUES ET TSUNAMIS QUI EN DECOULENT

S'il s'en produit, il convient de poser les mêmes questions fondamentales que précédemment au sujet du (des) séisme(s) et du (des) tsunami(s).

V. INFORMATION CONCERNANT LES MOUVEMENTS DE LA CROUTE TERRESTRE

Distinguer ces indicateurs peu après l'événement est parfois malaisé. Il faudra des semaines, voire des mois, pour mieux discerner les changements temporaires (par exemple, les inondations) des véritables déformations de la croûte terrestre.

Le niveau de la mer a-t-il varié depuis l' (les) événement(s) ? _____
De combien ? _____
Des rochers ou des récifs coralliens ont-ils émergé ? _____
De combien ? _____
(bien distinguer les rochers ou coraux détachés du socle par le tsunami des coraux attachés au socle et soulevés par déformation de la croûte).

Certaines zones sont-elles désormais submergées ? _____
De combien ? _____
(bien distinguer les modifications dues à l'érosion ou les traces d'inondation qui n'ont pas encore eu le temps de sécher des signes de modification permanente du niveau du sol).

VI. AUTRES INFORMATIONS/SOURCES D'INFORMATION

Connaissez-vous des personnes ayant pris des photos, fait des films vidéo etc. :
Noms : _____
Adresses (les contacter) : _____
Type d'information _____

Connaissez-vous d'autres personnes ayant procédé à des entrevues, collecté des données ?
Noms : _____
Adresses (les contacter) : _____
Type de données _____

VII. A L'INTENTION DES PERSONNES PRESENTES SUR DES BATEAUX OU SUR LA PLAGE

Où étiez-vous avant, pendant et après l'événement ? _____

_____

Quel aspect avait la surface de la mer ? (par exemple, bouillonnante, tremblante, couverte de rides ou de vagues couronnées d'écume ?) _____

_____

Le navire/bateau a-t-il été endommagé ? Avez-vous remarqué d'autres phénomènes ? (par exemple, une anomalie de comportement des poissons, une variation de lumière, etc.) _____

_____

_____

VIII. A L'INTENTION DES PERSONNES AGEES

Avez-vous déjà assisté à d'autres phénomènes analogues dans votre vie, au même endroit ou ailleurs ? Quand ? Où ? (décrivez-les) _____

_____

_____

Vos parents/grands-parents ont-ils été les témoins d'événements analogues ? Quand ? Où ? (décrivez-les brièvement) _____

_____

_____

Des histoires ou légendes concernant des événements analogues se sont-elles à votre connaissance transmises de génération en génération ? Racontez-les :

_____

_____

_____

[Page blanche destinée à des **observations complémentaires**]

ANNEXE B

FORMULAIRES POUR LES ETUDES DE TERRAIN

FORMULAIRE "A" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

INFORMATION CONCERNANT LA SOURCE TECTONIQUE

Nom de la faille _____

Localisation : Latitude ____ Longitude _____ Nom géographique ____

Type de faille (longitudinale) (d'effondrement) : _____

Pendage _____

Direction du mouvement _____

Dislocation (m) : verticale _____ horizontale _____

Rigidité _____ (N/m)

Présence de failles subsidiaires : _____

Rupture : Longueur _____ Largeur _____

Informations et/ou dessins complémentaires :

FORMULAIRE "B" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

INCIDENCES DE LA DEFORMATION SISMIQUE

Soulèvement de la côte _____ (m) et/ou affaissement _____ (m)

Décrire les facteurs, mesurés ou observés, qui attestent de variations du niveau de la mer ou du sol attribuables à un phénomène sismique (enregistrements marégraphiques, redéfinition de la position des repères de nivellement par le GPS, végétation, arbres ou structures submergés ou dénudés, récifs coralliens émergés, etc.) _____
_____
_____
_____

Déformation du sol (géométrie) _____

Basculement _____

Gauchissement _____

Liquéfaction du sol _____

Masse de sable et d'eau éjectée par liquéfaction _____

Type de sol :
vase _____ gravier_____ sable_____ limon _____

meuble ____ ferme_____ consolidé _____ non consolidé _____

Fissuration du sol :

position _____ géométrie _____

longueur___ largeur_____ profondeur _____ pente _____
(à déterminer avec un clinomètre et/ou du matériel optique)

Informations et/ou dessins complémentaires :

FORMULAIRE "C" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

PARAMETRES CONCERNANT LE SEISME

Date	Heure (locale/TUC)	Position du foyer Lat.	Long.	Prof.	Magnitude Ms	mb	Mw
Secousse sismique principale :							
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Première réplique sismique importante (Tsunami observé : Oui ou Non) :							
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Deuxième réplique sismique importante (Tsunami observé : Oui ou Non) :							
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Troisième réplique sismique importante (Tsunami observé : Oui ou Non) :							
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Quatrième réplique sismique importante (Tsunami observé : Oui ou Non) :							
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Première secousse sismique prémonitoire importante (Tsunami observé : Oui ou Non) :							
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Deuxième secousse sismique prémonitoire importante (Tsunami observé : Oui ou Non) :							
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Troisième secousse sismique prémonitoire importante (Tsunami observé : Oui ou Non) :							
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____
Quatrième secousse sismique prémonitoire importante (Tsunami observé : Oui ou Non) :							
_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____	_____

Zone touchée par la réplique sismique : largeur _____ km longueur _____ km

Intensité de la secousse principale sur l'échelle de Mercalli pour chacun des sites étudiés :

Nom du site/position _____ Intensité _____
Nom du site/position _____ Intensité _____

Nom du site/position _____ Intensité _____
Nom du site/position _____ Intensité _____

Nom du site/position _____ Intensité _____
Nom du site/position _____ Intensité _____

Source d'information
(United States Geological Survey, Harvard, etc.) _____

FORMULAIRE "D" D'ENQUETE SUR LE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

GLISSEMENTS DE TERRAIN SUR TERRE ET/OU EFFONDREMENTS SOUS-MARINS

Localisation : Lat. _____ Long._____ Nom géographique _____

Zone concernée _____ m2 Volume_____m3

Mouvement : Direction _____ Vitesse _____

Heure approximative de la fracture par rapport au début du mouvement du sol

_____

Matériaux : Naturel _____ Artificiel_____

Taille _____ Nature _____

	Initiale	Finale
Orientation de la pente :	_____	_____
Orientation de la crête :	_____	_____

Informations et/ou dessins complémentaires :

FORMULAIRE "E" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

TYPES DE PHENOMENES AYANT DECLENCHE LE TSUNAMI

Indiquer *tous* les phénomènes pertinents : **P** = Phénomène principal, ou/et **S** = Phénomène secondaire (c'est-à-dire glissements de terrain déclenchés par la secousse sismique principale)

Séisme _____ Eruption/Effondrement volcanique _____

Glissement de terrain à la surface terrestre se terminant dans une masse d'eau

_____

Météorite _____ Explosion nucléaire _____

Effondrement sous-marin de sédiments _____

Autres _____

Description : _____

FORMULAIRE "F" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

MAREES ET NIVEAU DE REFERENCE

Repères de nivellement installés sur les sites ou les plus proches de ceux-ci :

N° ID	Position Lat.	Long.	Altitude telle qu'indiquée		Altitude au moment de l'étude (GPS)
_____	_____		_____	_____	_____
_____	_____		_____	_____	_____
_____	_____		_____	_____	_____

Marégraphes installés sur les sites étudiés ou les plus proches de ceux-ci :

Nom du lieu	Position Lat.	Long.	Altitude du zéro de la mire avant le tsunami		Redéfinition du zéro de de la mire par le GPS lors de l'étude
_____	_____		_____	_____	_____
_____	_____		_____	_____	_____
_____	_____		_____	_____	_____

(indiquer la position des repères de nivellement et marégraphes sur les cartes et photographies aériennes)

Hauteur de la marée
(par rapport à : MSL _____ , MLLW _____ , ou autre _____)
à l'heure d'arrivée des vagues du tsunami :

Première vague _____ Deuxième vague _____
Troisième vague _____ Quatrième vague _____
Autre vague _____ Autre vague _____
Autre vague _____ Autre vague _____

Indiquer si les niveaux susmentionnés ont été mesurés ou estimés à partir :

des enregistrements du marégraphe le plus proche _____ ou

de prédictions de la marée à l'aide de la formule harmonique _____

FORMULAIRE "G" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

CONFIGURATION DU SITE ET ARRIVEE DU TSUNAMI

(remplir un formulaire pour chaque site, copier et renuméroter les pages)

Nom du site _____
Position du site (GPS si possible) : Latitude _____ Longitude _____
(à indiquer sur la carte)
Type :
Port __ Plage ____ Falaise_____ Estuaire _____ Ouvert _____
Côte __ Baie_____ Autres _____ Description_____
Direction d'approche des vagues _____

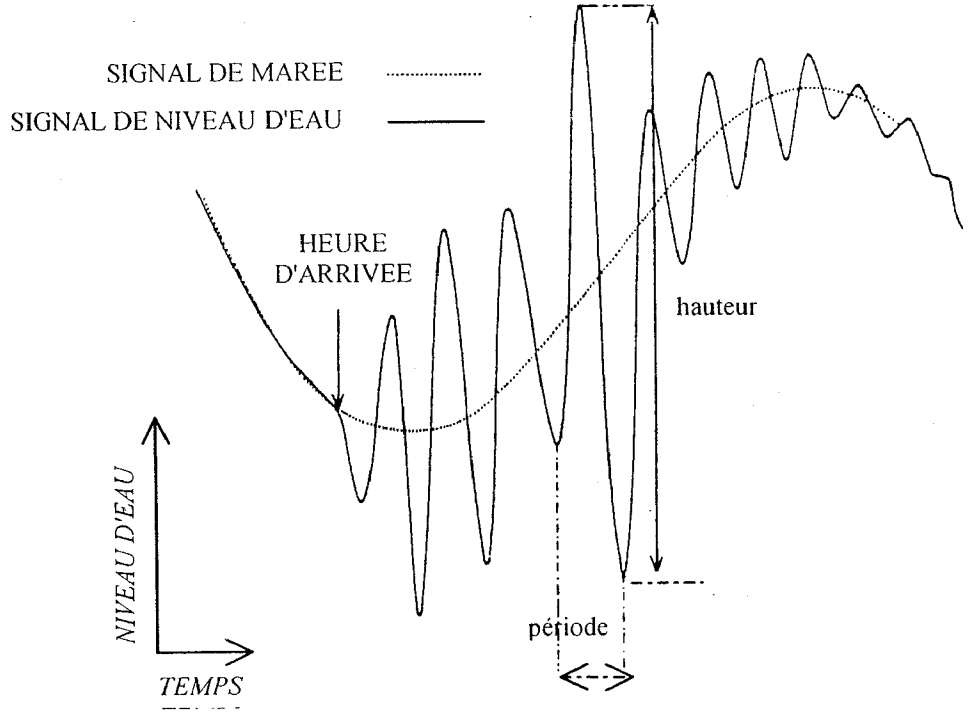
Heure, période et hauteur des vagues pour lesquelles on dispose d'information (mesurées ou estimées, s'il y en a) à leur arrivée sur le rivage :

	Heure d'arrivée locale/TUC	Période min.	Hauteur sur le rivage m
Première vague	_____	_____	_____
Deuxième vague	_____	_____	_____
Troisième vague	_____	_____	_____
Quatrième vague	_____	_____	_____
Autre vague	_____	_____	_____
Autre vague	_____	_____	_____
Autre vague	_____	_____	_____
Autre vague	_____	_____	_____

La figure de la page suivante indique comment obtenir les paramètres susmentionnés à partir d'un enregistrement analogique de la marée.

Heure de référence : Heure locale + ou - __ : ___ par rapport à 00:00 TUC

CONFIGURATION DU SITE ET ARRIVEE DU TSUNAMI (*suite*)



Croquis de terrain de la zone étudiée

Dessiner approximativement ci-dessous et sur la page suivante la configuration de la côte, les lignes isohypse et isobathes, les caractéristiques essentielles des lieux, au large et sur terre (îles, collines) et indiquer au moins :

(a) l'échelle, graphique ou numérique ;
(b) la direction du Nord ;
(c) la position des repères de nivellement en place et des marégraphes en service, s'il y en a ;
(d) la direction d'approche des ondes de tsunami ;
(e) l'emplacement des profils transversaux réalisés (c'est-à-dire AA', BB', etc.) et des coupes longitudinales où des mesures ont été effectuées (c'est-à-dire 1, 2, 3, 4 etc.) ; et
(f) le contour de la zone maximale inondée en fonction des traces laissées par l'eau, de la végétation, des débris accumulés, etc.

CONFIGURATION DU SITE ET ARRIVEE DU TSUNAMI *(suite)*

FORMULAIRE "H" D'ENQUETE SUR LE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

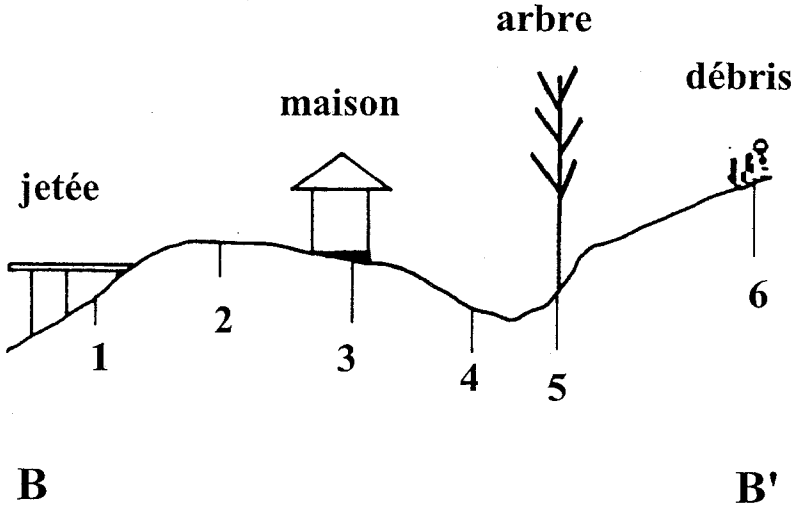
COUPE TRANSVERSALE DU RUNUP DE LA ZONE INONDEE
(remplir un formulaire pour chacun des sites étudiés, copier et renuméroter les pages)

Nom du site _____ Temps _____

Position du site (si possible GPS) : Lat._____ Long. _____
(à indiquer sur la carte)

	Heure (locale/TUC)	Hauteur de la marée par rapport à _____ (niveau de référence)
Début de l'enquête :	_____	_____
Fin de l'enquête :	_____	_____

Dessiner sur la page blanche ci-après un profil vertical de chacun des transects étudiés entre la ligne de rivage et la marque indiquant l'extension horizontale maximale de l'inondation, en précisant le nombre d'endroits où des mesures ont été prises, les carottes de sédiment extraites et la présence d'arbres, habitations, structures, débris, etc.
Exemple : transect BB', mesures ou carottes aux points 1, 2, 3, 4, 5 et 6.



COUPE DU RUNUP DE LA ZONE INONDEE *(suite)*

Croquis :

COUPE DU RUNUP DE LA ZONE INONDEE *(suite)*
(remplir un formulaire pour chacun des transects étudiés, copier et renuméroter les pages)

Mesures du transect :

Transect _____ (AA', BB', CC', etc.)

Niveau de référence (altitude zéro) choisi pour les mesures de la hauteur d'eau : niveau moyen de la mer mesuré sur le rivage pendant l'étude de terrain

_____

niveau de référence sur le site _____

altitude mesurée par le GPS par rapport à MSL, MLLW _____

ou autre (description) _____

Lieu n°	Distance horizontale depuis la ligne de rivage	Hauteur d'eau	Type de signe/ marque
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			

Niveau maximal atteint par l'eau _____ runup maximal _____
(chiffres ci-dessus, après correction de marées)

Pente du rivage ___ Extension horizontale maximale de l'inondation ____

FORMULAIRE "I" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

SEDIMENT ET DEBRIS TRANSPORTES PAR LE TSUNAMI *(remplir un formulaire pour chacun des sites étudiés, copier et renuméroter les pages)*

Nom du site _____

Position du site (GPS si possible) : Latitude _____ Longitude _____
(à indiquer sur la carte)

Longueur _____ Largeur _____ Hauteur _____
de la zone érodée _____ ou du dépôt _____

Type de matériau : sable ____ limon ____ vase ____ gravier ____
autres (décrire) _____

Caractéristiques des grains : taille _____ volume _____ densité _____

Estimation ou mesure de la position :
avant le tsunami _____
après le tsunami _____

Carottes de sédiments verticales obtenues :

position n° :	1	2	3	4	5	6	7	8	9
prof. max. :	___	___	___	___	___	___	___	___	___

position n° :	10	11	12	13	14	15
prof. max. :	_____	_____	_____	_____	_____	_____

(indiquer le numéro des positions sur le croquis cartographique du **formulaire G** et/ou sur les transects du **formulaire H**)

Type de débris transportés à terre (sable, bois flottant, rochers, gros blocs, autres) _____
_____
_____

Jusqu'à quelle distance à l'intérieur des terres ont-ils été transportés ?
_____(mètres)

Renseignements et/ou dessins complémentaires :

FORMULAIRE "J" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

ENREGISTREMENTS AUDIOVISUELS

J.1 PHOTOGRAPHIES *(faire autant de photocopies de ce formulaire que nécessaire, copier et renuméroter les pages)*

Indiquer pour chaque photo : le lieu, la date, l'heure, le nom de l'auteur et le sujet

Rouleau de pellicule n° _____ Marque _____ ASA _____
24/36 poses, diapositives ou négatifs

1 _____
2 _____
3 _____
4 _____
5 _____
6 _____
7 _____
8 _____
9 _____
10 _____
11 _____
12 _____
13 _____
14 _____
15 _____
16 _____
17 _____
18 _____
19 _____

J.2 PHOTOGRAPHIES AERIENNES *(faire autant de photocopies de ce formulaire que nécessaire, copier et renuméroter les pages)*

Indiquer pour chaque photo : le lieu, la date, l'heure, le nom de l'auteur et le sujet

Altitude de l'avion _____ m Vitesse de l'avion _____

Angle d'obliquité _____ Position du soleil _____

Rouleau de pellicule n° _____ Marque _____ ASA _____
24/36 poses, diapositives ou négatifs

Noir et blanc _____ couleurs _____ sensible aux infrarouges _____

1 _____
2 _____
3 _____
4 _____
5 _____
6 _____
7 _____
8 _____
9 _____
10 _____
11 _____
12 _____
13 _____
14 _____
15 _____
16 _____
17 _____
18 _____

J.3 VIDEOS *(faire autant de photocopies de ce formulaire que nécessaire et renuméroter les pages)*

Indiquer pour chaque scène filmée : le lieu, la date, l'heure, l'auteur, le sujet et la durée approximative

Bobine n° ____ Marque ____ Type ___ Longueur _____

1 _____
2 _____
3 _____
4 _____
5 _____
6 _____
7 _____
8 _____
9 _____
10 _____
11 _____
12 _____
13 _____
14 _____
15 _____
16 _____
17 _____
18 _____
19 _____
20 _____

J.4 CASSETTES AUDIOS *(faire autant de photocopies de ce formulaire que nécessaire et renuméroter les pages)*

Indiquer pour chaque enregistrement audio : le lieu, la date, l'heure, le nom de l'auteur, le contenu et la durée approximative

Cassette n° ___ Marque ____ Type ___ Longueur _____

Face : A ou B

1 _____
2 _____
3 _____
4 _____
5 _____
6 _____
7 _____
8 _____
9 _____
10 _____
11 _____
12 _____
13 _____
14 _____
15 _____
16 _____
17 _____
18 _____
19 _____
20 _____

FORMULAIRE "K" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

DEGATS ET VICTIMES IMPUTABLES AU TSUNAMI *(remplir un formulaire pour chacun des sites étudiés, copier et renuméroter les pages)*

Nom du site _____

Position du site (GPS si possible) : Latitude _____ Longitude _____
(à indiquer sur la carte)

Note : Afin qu'il n'y ait pas d'incohérence dans le bilan des pertes en vies humaines, il est convenu que seules seront considérées comme victimes du tsunami les personnes dont le décès est directement ou indirectement imputable à l'action des vagues (par exemple, parce qu'elles ont essayé d'échapper à la vague, parce qu'elles se trouvaient sur un bateau qui roulait et plongeait violemment, parce qu'un chargement s'est déplacé sur leur navire, parce qu'elles ont été noyées, gravement touchées par des débris charriés par des vagues ou qu'elles ont eu une crise cardiaque mortelle déclenchée par le tsunami). Ne pas compter les personnes décédées lors des opérations de nettoyage, ou qui sont mortes de froid, d'avoir absorbé de l'eau contaminée ou encore des suites d'autres maladies (celles que la vague a par exemple emportées et jetées sur une congère et qui sont mortes de froid, celles qui ont été évacuées pour la nuit sur le versant d'une colline exposée au froid et qui sont mortes gelées et celles qui ont été intoxiquées en buvant des eaux usées polluées).

Nombre de : morts _____ disparus _____ blessés graves _____
blessés légers _____

Age des victimes __ Sexe des victimes ___ % hommes ____% femmes

	Nombre de maisons ou de bâtiments	Principal type de matériau de construction
emportés	_____	_____
totalement détruits	_____	_____
partiellement détruits	_____	_____
inondés	_____	_____
n'ayant subi aucun dommage	_____	_____

Type de dégât :

Primaire (dû à la vague/à l'eau) : Inondation _____ Flottabilité _____

Pression _____ Recouvrement par l'eau _____
Forces de traînée/d'inertie _____
Secondaire (effets induits) : Incendie ___ Explosion ____ Impact ____

Affouillement du sol _____

Contamination _____ Autre (description) _____

DEGATS ET VICTIMES IMPUTABLES AU TSUNAMI *(suite)*

Décrire les effets et les dégâts du tsunami sur :

(a) **La nature** : (végétation partiellement ou totalement détruite, arbres brisés, renversés ou déracinés (*indiquer approximativement leur diamètre*), petites branches brisées, sédiments transportés, récifs coralliens à découvert, etc.) _____

(b) **Les infrastructures construites par l'homme** : (destructions et/ou dégâts subis par les habitations, les routes, les installations portuaires, les systèmes d'alimentation électriques, les services d'utilité publique, les systèmes d'alimentation en eau et de traitement de l'eau, les lignes de communication vitales, les réservoirs de stockage ; indiquer les dégâts infligés aux fondations, l'âge de la structure, le type de sol sur lequel elle reposait, si le sol était plan, en pente douce ou en pente raide, si la structure endommagée se trouvait dans l'eau, sur le rivage ou à l'intérieur des terres et combien de mètres au-dessus de la ligne de pleine mer ; indiquer les dommages structurels subis par les ponts et toboggans, indiquer le pourcentage de bâtiments et de structures endommagés par les vagues, etc.)

FORMULAIRE "L" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

REACTION DU PUBLIC ET DES AUTORITES

Des avis de veille au tsunami ou d'alerte au tsunami ont-ils été lancés et reçus en temps voulu ? _____

Degré d'efficacité des mesures d'intervention sur le plan de la planification, des opérations et des évacuations _____

Réaction de différents segments de la population (personnes âgées, handicapés, mineurs, etc.) _____

Motif des pertes en vies humaines : _____

Observations complémentaires : _____

FORMULAIRE "M" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

AUTRES EFFETS DU TSUNAMI ET OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES

Exemples de phénomènes au sujet desquels il convient de rassembler des informations : apparence de l'eau de la mer avant, pendant et après le tsunami (bouillonnement, écume, etc.). L'eau s'est-elle retirée ou non avant l'arrivée de la première onde de tsunami ? Sons (bruit) ayant précédé ou accompagné l'arrivée du tsunami, en indiquer la nature. Observation de : seiches suscitées par le tsunami dans les baies semi-fermées, mascarets provoqués par le tsunami et remontant les rivières, piégeage, réfraction ou diffraction des ondes de tsunami autour des îles et ondes de bord le long du plateau continental, ondes de tempête côtières dues à un ouragan ou à un typhon très violent au moment où arrive le tsunami. Indices et effets des flux et courants provoqués par le tsunami (en estimer si possible la magnitude et la direction). *Indiquer l'endroit correspondant à chacun des commentaires.*

AUTRES EFFETS DU TSUNAMI ET OBSERVATIONS COMPLEMENTAIRES (suite)

FORMULAIRE "N" POUR LES ETUDES DE TERRAIN

Nom de l'enquêteur _____ Date _____

RECHERCHES COMPLEMENTAIRES RECOMMANDEES

Que faut-il faire d'autre ? Pourquoi ? Où ? Quand ? Comment ? et qui doit s'en charger ?